

ства серобетона. В результате первого этапа работы разработана рецептура серобетона на основе гранулированной серы, песка из отсевов дробления и наночастиц оксида алюминия, обладающего повышенной прочностью (заявка «Состав для серного бетона», рег. № 2010125787, дата поступления: 23.06.2010 г.) [2]. Далее планируется проводить исследования по разработке составов серобетона, содержащих отходы производства, в результате которых можно будет более точно определить экономический эффект производства и применения серобетона.

Библиографический список

1. Серобетон: анализ потенциального спроса: Отчет академии конъюнктуры промышленных рынков [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=3861&cat_id=5&page_id=4.
2. Васильев В.Г., Владимирова Е.В., Чистякова Т.С., Герасимова Е.С., Медведева Д.С., Агеева Е.С. Влияние добавки наноразмерного Al_2O_3 на свойства серобетона // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов (XIX научные чтения): Сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. 5-8 октября 2010. Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2010. С. 84-87.

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕЙ ОТ ИХ СОСТАВА

Никитин М.Н.

Самарский государственный технический университет

nikitin-pro@mail.ru

Теплоносители можно условно разделить на основные (водяной пар, вода, воздух) и альтернативные (смеси, технические жидкости и газы). Альтернативные тепловые агенты, как правило, загрязнены вредными для человека и агрессивными по отношению к материалам оборудования компонентами. С другой стороны, удельная стоимость производства альтернативных теплоносителей во многих случаях оказывается ниже стоимости основных.

Паровоздушные смеси (ПВС)

В состав паровоздушных смесей входят водяной пар и воздух. Недостатком ПВС является присутствие водяного пара, который необходимо вырабатывать отдельно (в паровом котле или другом парогенераторе).

Существенным преимуществом любой смеси перед однокомпонентными основными теплоносителями является простота регулирования термодинамических показателей теплового агента за счет изменения пропорций его компонентов. В общем случае базовым компонентом ПВС является водяной пар, а воздух выступает в качестве регулирующего компонента, т. к. общий случай ПВС предполагает подмешивание холодного воздуха (с температурой окружающей среды).

Паровоздушная смесь, в состав которой входит предварительно нагретый воздух, является частным случаем. Такой способ получения ПВС применим, когда основным регулируемым параметром смеси является не температура, а объем или влажность, например для термовлажностной обработки пиломатериалов [1].

Газовоздушные смеси (ГВС)

В состав газовоздушных смесей входят продукты сгорания органических топлив и воздух. Другими словами, для получения ГВС используются термические отходы, т. е. осуществляется глубокая рекуперация теплоты уходящих дымовых газов. Однако, такие ГВС токсичны, что накладывает существенные ограничения на области их применения.

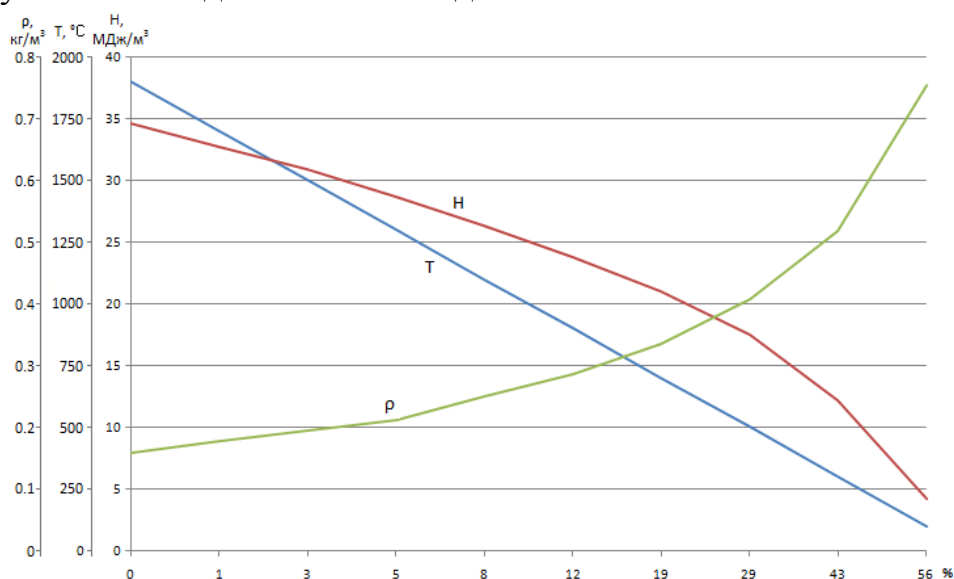
Многокомпонентные парогазовые смеси (МКПГС)

Рассмотрим частный случай парогазовой смеси, в состав которой входят водяной пар и продукты стехиометрического сгорания природного газа (при адиабатической температуре 2030°C) из газопровода Уренгой–Ухта ($\text{CH}_4 = 98,72\%$; $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,12\%$; $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,01\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10} < 0,01\%$; $\text{CO}_2 = 0,14\%$, $\text{N}_2 = 1\%$) [2]. В данном случае основными компонентами дымовых газов будут азот ($\text{N}_2 = 7,46 \text{ м}^3/\text{м}^3$ газа), углекислый газ ($\text{CO}_2 = 0,99 \text{ м}^3/\text{м}^3$ газа) и водяной пар ($\text{H}_2\text{O} = 2,13 \text{ м}^3/\text{м}^3$ газа) [2], поэтому такая смесь является многокомпонентной парогазовой.

Как и газовоздушные теплоносители МКПГС могут использоваться для глубокой утилизации теплоты уходящих дымовых газов, но весьма токсичны.

МКПГС имеют большой потенциал применения как в роли греющего теплоносителя (взамен водяного пара), так и в роли средства обработки (пропаривание бетона, термическая обработка). Значительное содержание в МКПГС углерода (до $2 \text{ кг}/\text{м}^3$ газа) и азота (до $1,5 \text{ кг}/\text{м}^3$ газа) позволяет использовать такие смеси в качестве основы углеродных и азотных подкормок.

Существует два основных способа выработки МКПГС: подмешивание водяного пара к потоку продуктов сгорания и впрыск воды в поток дымовых газов. Рассмотрим второй случай, когда не требуется отдельная выработка водяного пара. Вскипание впрыскиваемой воды резко снижает температуру потока за счет расхода теплоты на парообразование. Кроме того, мгновенное вскипание воды в ограниченном объеме приведет к скачку давления, т. е. к некоторому увеличению динамического давления МКПГС.



Зависимости основных термодинамических параметров МКПГС от доли подмешиваемого пара: Н – энтальпия МКПГС, МДж/м³; Т – температура МКПГС, °С; ρ – плотность МКПГС, кг/м³.

Разбавление базового компонента приводит к изменению удельной энтальпии (см. рисунок), причем диапазон энтальпий ГВС и МКПГС сопоставим ($\sim 30 \text{ МДж/м}^3$) [5]. Однако значительная доля водяного пара в смеси означает, что при утилизации (охлаждении) МКПГС произойдет конденсация и кроме разницы энтальпий, к тепловому потоку добавится теплота конденсации.

Заключение

Все рассмотренные смеси имеют общую тенденцию к увеличению плотности пропорционально доле регулирующего компонента [4]. Причем диапазон значений плотности ГВС и МКПГС значительно шире, чем у ПВС, что объясняется сравнительно низкими температурами ПВС.

Температура смесей снижается пропорционально доле регулирующего компонента. Причем воздух оказывает весьма слабое влияние на температуру смеси (особенно ГВС), ввиду его малой теплоемкости, а впрыск даже небольшого количества воды приводит к резкому падению температуры МКПГС, ввиду ее значительной теплоемкости и затрачиваемой теплоты на парообразование [4].

Следует отметить, что, не смотря на всю значимость теплосодержания теплоносителя, решающим фактором, с точки зрения технологии, является степень утилизации теплоты, содержащейся в теплоносителе [5]. Так теплота конденсации водяных паров, входящих в состав ГВС и МКПГС, является весомым аргументом использования паросодержащих смесей. Утилизация теплоты является задачей теплоиспользующего оборудования, тем не менее, предпочтительнее использование теплоносителя, который позволяет проводить более глубокую утилизацию теплоты при прочих равных условиях.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 19773-84. Пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Режимы сушки в камерах периодического действия. Введ. 01.01.1985. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1984. 17 с.
2. Григорьев К.А. Технология сжигания органических топлив. Энергетические топлива / К.А. Григорьев, Ю.А. Рундыгин, А.А. Тринченко. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 92 с.
3. Клименко А.В. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / А.В. Клименко, В.М.Зорин. М.: Изд-во МЭИ, 2007. 632 с.
4. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара / С.Л. Ривкин, А.А.Александров. М.: Энергоатомиздат, 1984. 80 с.
5. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. 256 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕГКОПЛАВКОЙ ГЛИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА

*Оглезнев А.Ю., Михайлова Н.А.
УрФУ*

Работа выполнена для одного из предприятий по производству лицевого кирпича Пермского края. Предприятие работает на сложном составе массы, которая включает 6 сырьевых компонентов, в том числе содержит монтмориллоновую глину в количестве 34 % (по объему). Монтмориллонитовые глины